

ミャンマーKyaukpahto 金鉱山における酸性坑廃水抑制のための 廃石堆積場の埋め戻し設計に関する研究

岩盤・開発機械システム工学研究室 修士2年 田頭良浩

1. はじめに

酸性坑廃水 (Acid Mine Drainage : 以下 AMD) は深刻な環境汚染問題であるが、鉱山で発生する AMD の特性は、岩石に含有されている鉱物、気候条件、水理状況などに左右されるため鉱山現場によってその特性は異なり、現場特有のものとなる。露天掘り鉱山の多くはその対策として、廃石堆積場において発生源となる岩石 (Potentially Acid Forming : 以下 PAF) を酸性水の発生の可能性が低い岩石 (Non Acid Forming : 以下 NAF) などで覆土する覆土工法を採用している。しかしながら、覆土工法により廃石を埋め戻す場合であっても PAF と空気および水との接触を避けることはできず、一定期間は AMD が発生することになる。そこで本研究では、ミャンマー北部の Kyaukpahto 金鉱山における AMD の対策として、鉱山現場における AMD の発生に関する現状および特性の把握を行い、AMD 抑制に向けた廃石の埋め戻し設計に関する検討を行う。

2. 現場調査

ミャンマーKyaukpahto 金鉱山における AMD 発生に関する現状の把握を目的として、鉱山内数地点において、水サンプル、岩石サンプルの採取を行った。その結果 Open pit において pH=2~3 程度の酸性を示すものがあり、ミャンマーにおける水質基準を大幅に超える Fe、Cu、As の溶出、AMD が発生する場合に一般に溶出が確認される Al、Mn の溶出が確認された。また、岩石サンプルの地化学分析を行った結果、鉱山内には AMD の発生要因となる PAF の存在が確認された。そこで、本鉱山における AMD 抑制に向けた覆土工法に関して検討するためカラム通水試験を行った。

3. カラム通水試験

表 1 にカラム通水試験で使用した岩石サンプル (PAF、NAF) の地化学特性を示す。なお、カラムの設計条件は図 1 の通りであり、NAF を上層に埋め戻す場合のみならず、混合での埋め戻しや互層での埋め戻しを設計した。通水の結果、PAF と NAF の割合が 5:5 の場合では全てのカラムで pH が中性程度に改善し、PAF と NAF の割合が 8:2 のカラムでは混合層、互層の場合のみ pH が中性程度に改善した。また、混合層、互層においては Fe、As を中心とした金属溶出の低減が認められた。即ち、NAF を上層に埋め戻す覆土工法に加え、混合層、互層による埋め戻しを適用することにより、更なる効果的な AMD 抑制が可能になると考えられる。図 2 にカラム通水試験後の混合層および互層での埋め戻し設計における浸出水の硫酸イオンと陽イオンのイオン等量の比を示す。PAF:NAF の割合が 5:5 および 8:2 のカラムのどちらの浸出水の pH も中性程度を示したが、前者では硫酸イオンと比べて陽イオンの溶出が多く、後者では硫酸イオンと陽イオンの溶出が同程度であることが分かる。すなわち、混合層および互層のどちらの場合でも酸緩衝能力の高い NAF を埋め戻すことで酸緩衝反応による AMD 抑制が可能であり、酸発生および酸緩衝のバランスを考慮することで、AMD 抑制のための廃石の埋め戻し設計を提案することが可能になると考える。

表 1 岩石サンプルの地化学特性

Sample	Paste	NAG	MPA	ANC	NAPP	CaO	As
	pH	pH		(kg H ₂ SO ₄ /ton)		(%)	(ppm)
PAF	4.50	2.30	39.2	-	39.2	0.58	500
NAF	8.1	8.0	26.9	80.0	-53.1	12.01	-

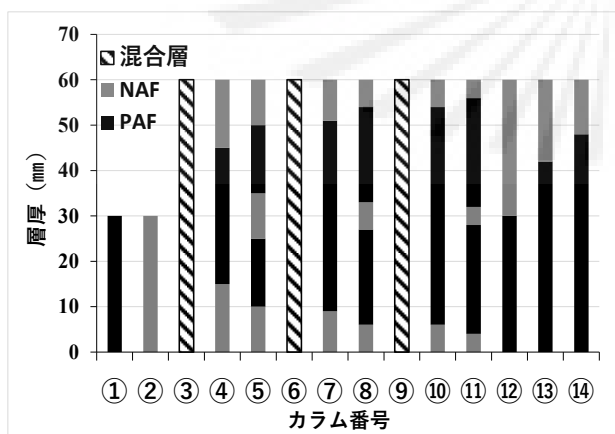


図 1 カラム設計条件

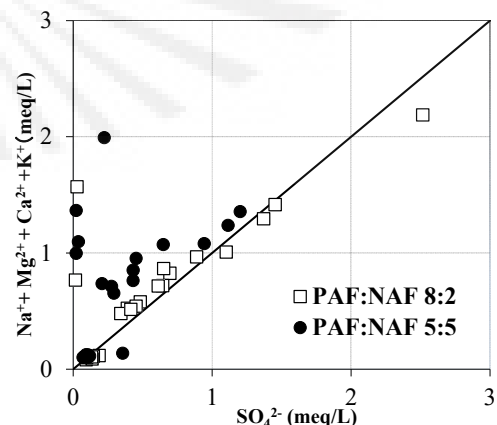


図 2 陽イオン、硫酸イオンのバランス